



REC'D 02 AUG 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

EP 04/7166

Aktenzeichen: 103 32 344.9

Anmeldetag: 16. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen eines korrigierten Röntgenbilddatensatzes

IPC: H 05 G, G 06 T, A 61 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

Verfahren zum Herstellen eines korrigierten Röntgenbilddatensatzes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Korrigieren der Bildpunkte eines Röntgenbilddatensatzes.

10

Röntgengeräte umfassen als Strahlungsdetektor z.B. eine Speicher- oder Bildplatte. Es kann sich dabei jeweils um ein Substrat handeln, auf das eine Röntgenspeicherleuchtstoffschicht abgeschieden ist. Eine solche Bildplatte ist üblicherweise in einer Kassette angeordnet. Die bei Durchtritt durch das Untersuchungsobjekt geschwächte Röntgenstrahlung trifft auf der Speicherfolie als Röntgenintensitätsverteilung auf und wird dort absorbiert. Dabei werden Elektronen in Leuchtstoffkristallen in einen angeregten metastabilen Zustand überführt. Mit Fotosimulation werden die in metastabilen Zuständen befindlichen Elektronen nochmals angeregt und kehren infolgedessen in ihren Grundzustand zurück. Dabei wird der Röntgenintensitätsverteilung proportionales Licht emittiert und mit einer geeigneten und dem Fachmann beispielsweise aus Schulz, Forschungsbericht Röntgenstrahlung 2001 (173), Seiten 1137-1146 bekannten Ausleseeinrichtung erfasst. Eine der Auslese-

25

einrichtung nachgeschaltete Rechneinrichtung berechnet aus den ausgelesenen Daten einen Röntgenbilddatensatz.

30

Die Empfindlichkeit der Speicherfolie kann inhomogen sein, so dass bei Bestrahlung der Bildplatte mit einer homogenen Röntgenintensitätsverteilung das entsprechende Röntgenbild unterschiedliche Grauwerte aufweist. Um die inhomogene Empfindlichkeit der Speicherfolie auszugleichen, können daher die einzelnen Bildpunkte des Röntgenbilddatensatzes mit jeweils einem den einzelnen Bildpunkten zugeordneten Korrekturwerten

35

korrigiert und insbesondere normiert werden. Die einzelnen Korrekturwerte können beispielsweise für eine individuelle Bildplatte vor deren Auslieferung experimentell ermittelt und

einmalig auf einem Datenspeicher der Ausleseeinrichtung gespeichert werden.

Bei bestimmten Materialien für die Speicherfolie kann sich
5 außerdem die Empfindlichkeit mit der akkumulierten Röntgenstrahlung, der die Speicherfolie ausgesetzt ist, ändern. Solche Materialien sind z.B. dotierte Alkalihalogenide, beispielsweise KBr, RbI, RbBr, CsBr dotiert mit IN, Ga, TL und/oder Eu. Da die Röntgenstrahlung durch das Untersuchungs-
10 objekt geschwächt wird, unterscheiden sich die applizierten Röntgenstrahlendosen der einzelnen Teilbereiche der Speicherfolie. So sind z.B. die Randbereiche der Speicherfolie in der Regel einer höheren Röntgenstrahlendosis ausgesetzt als Bereiche nahe der Mitte der Speicherfolie. Allgemein unter-
15 scheiden sich also die akkumulierten Röntgenstrahlendosen der einzelnen Teilbereiche der Speicherfolie. Folglich ändern sich auch die Empfindlichkeiten der Teilbereiche der Speicherfolie mit der Zeit, d.h. mit der Anzahl hergestellter Röntgenbilddatensätze unterschiedlich.

20 Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, bei dem die sich ändernden Empfindlichkeiten der Teilbereiche der Speicherfolie aufgrund der akkumulierten Röntgenstrahlendosen der Speicherfolie bei der Korrektur be-
25 rücksichtigt werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Korrigieren der Bildpunkte eines Röntgenbilddatensatzes, aufweisend folgende Verfahrensschritte:

- 30
- Aufnehmen einer Röntgenaufnahme von einem Untersuchungsobjekt mit einem Röntgengerät, das als Strahlungsdetektor eine eine Speicherleuchtstoffschicht aufweisende Speicherfolie umfasst, wobei sich die Empfindlichkeit der Speicherleuchtstoffschicht mit der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, die die Speicherleuchtstoffschicht ausgesetzt ist, ändert,
- 35

- nach der Röntgenaufnahme, Auslesen der Speicherfolie mit einer Ausleseeinrichtung,
- 5 - aus den durch den Auslesevorgang ermittelten Daten, Erstellen eines der Röntgenaufnahme zugeordneten Röntgenbilddatensatzes und
- 10 - Korrigieren jedes Bildpunktes des Röntgenbilddatensatzes mit einem dem entsprechenden Bildpunkt zugeordneten Korrekturwert, wobei jeder einzelne Korrekturwert aufgrund der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, die der Teil der Speicherfolie vor der Röntgenaufnahme ausgesetzt wurde, die dem entsprechenden Bildpunkt des Röntgenbilddatensatzes zugeordnet ist, angepasst wird.
- 15

Da sich die Empfindlichkeit der Speicherfolie unterschiedlich mit der jeweiligen akkumulierten Röntgenstrahlendosis ändert, wird somit erfindungsgemäß der Korrekturwert für jeden Bildpunkt des Röntgenbilddatensatzes aufgrund der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, den Teilbereiche der Speicherfolie ausgesetzt waren, angepasst. Aus Messungen kann dabei die Änderung der Empfindlichkeit eines bestimmten Speicherleuchtstoffes als Funktion der akkumulierten Röntgenstrahlendosis experimentell ermittelt werden. Es kann also für eine Art von Speicherfolie bzw. Speicherleuchtstoff die Funktion $EB_{i,j}^m = f(D_{i,j}^m)$, also der Korrekturwert für die m-te Röntgenaufnahme als Funktion der akkumulierten Röntgenstrahlendosis $D_{i,j}^m$ ermittelt werden, um dann die einzelnen Korrekturwerte entsprechend anzupassen. Je nach Speicherfolienmaterial ergeben sich mehr oder weniger komplexe Funktionen, wie z.B. überlagerte e-Funktionen.

20

25

30

Der m-ten Röntgenbilddatensatz, also der aktuell zu erstellende Röntgenbilddatensatz, wird nach einer Variante der Erfindung gemäß der folgenden Beziehung korrigiert:

35

$$B_{i,j}^m = a * RB_{i,j}^m / EB_{i,j}^m .$$

Dabei ist a ein erster Skalierungsfaktor, $RB_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes, $EB_{i,j}^m$ der Korrekturwert für den Bildpunkt i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes und $B_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des m -ten korrigierten Röntgenbilddatensatzes. Bei dieser Art der Korrektur handelt es sich um eine Normierung des Röntgenbilddatensatzes.

10

In manchen Fällen, wie z.B. bei CsBr:Eu als Speicherfolienmaterialien ist die Änderung der Empfindlichkeit bei üblicherweise applizierten Röntgenstrahlendosen linear mit der akkumulierten Röntgenstrahlendosis. Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher die akkumulierte Röntgenstrahlendosis $D_{i,j}^m$ für den dem Bildpunkt i, j zugeordneten Teilbereich der Speicherfolie für den m -ten Röntgenbilddatensatz nach folgender Beziehung ermittelt:

$$D_{i,j}^m = \sum_{n=1}^{m-1} b * B_{i,j}^n ,$$

20

wobei b ein zweiter Skalierungsfaktor ist.

25

Somit kann nach einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens der Korrekturwert $EB_{i,j}^m$ für den Bildpunkt i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes nach folgender Beziehung ermittelt werden:

$$EB_{i,j}^m = EB_{i,j}^0 - s * \left(\sum_{n=1}^{m-1} b * B_{i,j}^n \right) ,$$

30

wobei s eine Konstante und $EB_{i,j}^0$ der Korrekturwert ist, der der Speicherfolie ohne applizierte Röntgenstrahlendosis zugeordnet ist.

Zur Rauschunterdrückung können auch die Korrekturwerte mittels Tiefpassfilterung geglättet werden. Da ferner die applizierte Röntgenstrahlendosis pro Aufnahme relativ klein sein kann, kann es ausreichen, dass die Korrekturwerte nicht bei jeder Aufnahme aktualisiert werden. So kann es unter Umständen ausreichen, eine Aktualisierung nach 10, 100 oder auch nach 1000 Aufnahmen durchzuführen.

Ein Ausführungsbeispiel ist exemplarisch in den beigefügten schematischen Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Röntgengerät mit einer Speicherplatte,

Fig. 2 eine Ausleseeinrichtung für die in der Fig. 1 dargestellte Speicherplatte und

Fig. 3 eine grafische Darstellung der Änderung der Empfindlichkeit der in der Fig. 1 gezeigten Speicherplatte als Funktion der akkumulierten Röntgenstrahlendosis.

Die Fig. 1 zeigt in einer schematischen Ansicht ein Röntgengerät mit einer Speicherfolie aufweisenden Speicherplatte 1. Ein von der Röntgenstrahlenquelle 2 des Röntgengerätes ausgehendes Röntgenstrahlenbündel 3, dessen Randstrahlen in der Fig. 1 strichliert dargestellt sind, wird beim Durchtritt durch ein Untersuchungsobjekt, im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels einen Patienten 4, geschwächt und trifft als eine Röntgenstrahlenintensitätsverteilung auf der Speicherplatte 1 auf. Die Röntgenstrahlenintensitätsverteilung wird von der Speicherfolie, die im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Röntgenspeicherleuchtstoffschicht aus CsBr:Eu umfasst, absorbiert.

Nach der Röntgenaufnahme wird die Speicherplatte 1 mit einer in der Fig. 2 schematisch gezeigten und z.B. aus Schulz, Forschungsbericht Röntgenstrahlung 2001 (173), Seiten 1137-1146 bekannten Ausleseeinrichtung 20 ausgewertet. Mittels der Aus-

leseeinrichtung 20 wird eine Einfallsfläche der Speicherplatte 1 homogenen mit Licht bestrahlt. Das infolgedessen von der Speicherplatte 1 emittierte Licht wird erfasst und mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung 21 der Ausleseeinrichtung 20 in einen matrixförmigen Röntgenbilddatensatz umgewandelt. Um die Empfindlichkeiten unterschiedlicher Teilbereiche der Speicherfolie der Speicherplatte 1 aufgrund unterschiedlich akkumulierter Röntgenstrahlendosen auszugleichen, werden die einzelnen Bildpunkte des Röntgenbilddatensatz im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels folgendermaßen korrigiert:

$$B_{i,j}^m = a * RB_{i,j}^m / EB_{i,j}^m ,$$

wobei a ein Skalierungsfaktor, $RB_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des Röntgenbilddatensatzes, $EB_{i,j}^m$ ein Korrekturwert für den Bildpunkt i, j des Röntgenbilddatensatzes und $B_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des korrigierten Röntgenbilddatensatzes ist. Der Index m bedeutet dabei, dass es sich um den m -ten Röntgenbilddatensatz handelt bzw. dass vor der aktuellen Röntgenaufnahme mit der Speicherplatte 1 bereits $(m-1)$ Röntgenaufnahmen hergestellt wurden. Das dem die einzelnen Bildpunkte $B_{i,j}^m$ umfassenden korrigierten Röntgenbilddatensatz zugeordnete Röntgenbild kann im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels mit einem mit der Datenverarbeitungseinrichtung 21 verbundenen Monitor 22 betrachtet werden.

Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ändert die Röntgenspeicherleuchtstoffschicht der Speicherplatte 1 seine Empfindlichkeit linear mit der akkumulierten Röntgenstrahlendosis $D_{i,j}^m$ und zwar wie in der Fig. 3 grafisch dargestellt.

Daher werden die einzelnen den entsprechenden Bildpunkten $RB_{i,j}^m$ des Röntgenbilddatensatzes zugeordneten Korrekturwerte $EB_{i,j}^m$ im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels nach folgender Beziehung berechnet:

$$EB_{i,j}^m = EB_{i,j}^0 - s * \left(\sum_{n=1}^{m-1} b * B_{i,j}^n \right) .$$

Dabei sind b und s weitere Konstanten, wobei s die Steigung
des Korrekturwertes als Funktion der akkumulierten Röntgen-
5 strahlendosis ist. $EB_{i,j}^0$ ist der Korrekturwert des Röntgen-
speicherleuchtstoffes ohne applizierter Röntgenstrahlendosis
bzw. zu einem bestimmten Zeitpunkt, zu dem der Korrekturwert
beispielsweise experimentell ermittelt wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Korrigieren der Bildpunkte eines Röntgenbilddatensatzes, aufweisend folgende Verfahrensschritte:

5

- Aufnehmen einer Röntgenaufnahme von einem Untersuchungsobjekt (4) mit einem Röntgengerät, das als Strahlungsdetektor eine eine Speicherleuchtstoffschicht aufweisende Speicherfolie (1) umfasst, wobei sich die Empfindlichkeit der Speicherleuchtstoffschicht mit der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, der die Speicherleuchtstoffschicht ausgesetzt ist, ändert,

10

15

- nach der Röntgenaufnahme, Auslesen der Speicherfolie (1) mit einer Ausleseeinrichtung (2),
- aus den durch den Auslesevorgang ermittelten Daten, Erstellen eines der Röntgenaufnahme zugeordneten Röntgenbilddatensatzes und

20

25

- Korrigieren jedes Bildpunktes des Röntgenbilddatensatzes mit einem dem entsprechenden Bildpunkt zugeordneten Korrekturwert, wobei jeder einzelne Korrekturwert aufgrund der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, die der Teil der Speicherfolie vor der Röntgenaufnahme ausgesetzt wurde, die dem entsprechenden Bildpunkt des Röntgenbilddatensatzes zugeordnet ist, angepasst wird.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die einzelnen Bildpunkte $RB_{i,j}^m$ des m-ten Röntgenbilddatensatzes gemäß der folgenden Beziehung korrigiert werden:

$$B_{i,j}^m = a * RB_{i,j}^m / EB_{i,j}^m ,$$

35 wobei

a ein erster Skalierungsfaktor,

$RB_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes,

$EB_{i,j}^m$ der Korrekturwert für den Bildpunkt i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes und

5 $B_{i,j}^m$ das Signal des Bildpunktes i, j des m -ten korrigierten Röntgenbilddatensatzes ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die akkumulierte Röntgenstrahlendosis $D_{i,j}^m$ für den dem Bildpunkt i, j des Röntgenbilddatensatzes zugeordneten Teilbereich der Speicherfolie
10 (1) für den m -ten Röntgenbilddatensatz nach folgender Beziehung ermittelt wird:

$$D_{i,j}^m = \sum_{n=1}^{m-1} b * B_{i,j}^n ,$$

15

wobei b ein zweiter Skalierungsfaktor ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Korrekturwert $EB_{i,j}^m$ für den Bildpunkt i, j des m -ten Röntgenbilddatensatzes nach
20 folgender Beziehung ermittelt wird:

$$EB_{i,j}^m = EB_{i,j}^0 - s * \left(\sum_{n=1}^{m-1} b * B_{i,j}^n \right) ,$$

25

wobei s eine Konstante und $EB_{i,j}^0$ der Korrekturwert ist, der der Speicherfolie (1) ohne applizierter Röntgenstrahlendosis zugeordnet ist.

Zusammenfassung

Verfahren zum Korrigieren der Bildpunkte eines Röntgenbilddatensatzes

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Korrigieren der Bildpunkte eines Röntgenbilddatensatzes. Zunächst wird eine Röntgenaufnahme eines Untersuchungsobjektes (4) mit einem Röntgengerät, das als Strahlungsdetektor eine eine Speicherleuchtstoffschicht aufweisende Speicherfolie (1) umfasst, erstellt, wobei sich die Empfindlichkeit der Speicherleuchtstoffschicht mit der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, der die Speicherleuchtstoffschicht ausgesetzt ist, ändert. Nach der Röntgenaufnahme wird die Speicherfolie (1) mit einer Ausleseeinrichtung (2) ausgewertet und aus den durch den Auslesevorgang ermittelten Daten ein der Röntgenaufnahme zugeordneter Röntgenbilddatensatz erstellt. Anschließend wird jeder Bildpunkt des Röntgenbilddatensatzes mit einem dem entsprechenden Bildpunkt zugeordneten Korrekturwert korrigiert, wobei bei jeder einzelne Korrekturwert aufgrund der akkumulierten Röntgenstrahlendosis, die der Teil der Speicherfolie (1) vor der Röntgenaufnahme ausgesetzt wurde, die dem entsprechenden Bildpunkt des Röntgenbilddatensatzes zugeordnete ist, angepasst wird.

25

Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.